中華農業研究（Jour. agric. Res. China）32(3)：219～227（1983）

雙交種暗玉米產量穩定性之研究[1]

呂宗佳　盧煌勝　萬　雄[2]

摘要：雙交種暗玉米５種以普通玉米臺南11號爲對照，自民國67年秋作至70年春作三年間，每年二期作，在臺中、雲林、嘉義三地區進行區域試驗，探討產量及其他主要農藝性狀在不同地區及年份的穩定性。結果摘要如下：

一、根據綜合變方分析結果，子實產量、株高、穗高、開花期、吐絲期及收穫時果穗含水率等六性狀，在品種及品種與環境之交感作用均極顯著。

二、穩定性與產量無顯著相關存在。子實產量穩定性高的品系計有暗玉米 No. 2 及 No. 82兩種。No. 82 產量低於平均產量甚遠，利用價值不高。對照種臺南11號產量最高，但不穩定。暗玉米 No. 2 雖較臺南11號減低 5.3%，但若同時考慮各農藝性狀之穩定性與產量，却爲六個供試品種中之最理想者。

三、暗玉米 No. 10 及 No. 82 開花期及吐絲期的穩定性均高。株高及收穫時果穗含水率則以 No. 2 及 No. 82 穩定性較佳。六個農藝性狀穩定性均差的爲 No. 83, No. 105 及對照種臺南11號。

四、修飾基因對暗玉米農藝性狀的穩定性具有影響。產量穩定性較差的暗玉米可能係由於修飾基因的作用，使其對不同環境有較明顯之反應，一如對照種臺南11號，因而影響其穩定性。

五、臺南11號與環境之交感效應大，在較佳環境下具有高產潛力，宜在栽培上注重肥效促其增產。暗玉米 No. 2 穩定性較佳，對環境之交感效應小，宜利用密植栽培方法提高單位面積產量，以彌補其缺陷。

玉米爲世界重要糧食及飼料作物。本省近年來由於畜產業發展迅速，飼料玉米需要量與日俱增，已成爲本省最主要飼料作物。惟本省因受耕地限制增產不易，自給率偏低，臺灣省農業試驗所有鑑於此，以玉米蛋白質品質之改良爲增產之另一有效途徑而進行高離胺酸暗（opaque-2）玉米育種工作，目前已育成多種抗露菌病雙交種暗玉米。這些暗玉米，比普通玉米蛋白質含有較高的離胺酸（4.29：3.21）(1)，產量則與普通玉米相當。茲爲了解暗玉米所具推廣栽培之價值，本試驗乃利用本所育成之雙交種暗玉米５種與目前推廣品種臺南11號普通玉米，自民國67年秋作至70年春作三年間，每年二期作，在臺中、雲林、嘉義三地區進行之區域試驗成績，就產量及其他主要農藝性狀在各種不同環境下的穩定性，作一詳細檢討，以供今後暗玉米栽培管理及育種工作的參考。

Sprague & Federer (10) 利用玉米區域試驗資料，比較變方成分中，年度×品種，地域×品種與機差變方成份的關係，以探討產量試驗的最適重複次數、地點及年度的選擇，研究結果同時强調遺傳雜異性（genetic diversity）對玉米性狀表現之穩定性具有相當重要的影響，即頂交種或雙交種，對環境之交感比單交種爲小，穩定性較佳。Shank & Adams (9) 以變異係數作爲外表型穩定性的評估

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1103號。本研究資料承蒙劉清研究員協助統計分析，謹此誌謝。

2.本所農藝系副研究員、助理研究員所長、。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

依據，發現玉米自交系對不同環境的緩衝能力遠不及 F_1 什種，尤其穗高、株高、穗重、穗長及成熟期等性狀之穩定性深受特定基因型異結合性程度（heterozygosity）的影響。Rowe & Andrew [7] 以迴歸分析方法研究玉米的穩定性，發現 F_2、F_3 分離族羣的產量、株高、穗高均較原 5 個自交系或其可能之10個 F_1 什種爲穩定，認爲異交作物在正常的異結合狀況下，有利於穩定性的維持，其自交系因處於不正常狀態，對環境較爲敏感，故呈現不穩定。Eberhart, Russell & Penny [3] 在其試驗中發現單交種玉米比三系雜交種具有更大的品種 × 年度交感效應 。關於玉米穩定性的估算方法，Eberhart & Russell [4] 認爲以迴歸係數 b 值雖然可以簡略地表示品種之適應性，但具有相同 b 值的品種，對環境反應情形可能相異，故除了以 b 值代表適應性外，應再求 b 值之變異性，因此倡議將迴歸係數（b）值與離迴歸變方估值 S_d^2 定義爲外表型穩定介量的估值，一個穩定品種其迴歸係數 b=1離迴歸均方 $S_d^2=0$ 當一個品種不具備此二條件時，即 $b \neq 1$ 及 $S_d^2=0$ 或 $b=1$ 及 $S_d^2 \neq 0$ 或 $b \neq 1$，及$S_d^2 \neq 0$ 均爲不穩定。鄔 [2] 在對植物適應性作綜合介紹時，曾分項說明以變方成分、因子型（品種）反應、環境反應等各種不同評價方法，並就其對穩定性測定的得失加以檢討。Scott (1967) [8] 報告玉米產量穩定性屬於遺傳控制，故可經由選拔方法獲得改進。Navarro Ruiz [6] 利用 HMO-High Lysine, HMO-Low Lysine, Temperate HA 及 Temperate HB 四個合成品種爲材料，研究具有修飾基因暗玉米的遺傳與環境穩定性，當進行雙向選拔時，發現 HMO型材料之離胺酸含量選拔效果顯著而持續，不過因此會降低蛋白質含量，減少修飾型子粒（modified grain），修飾指數（modification index）及比重（specific gravity），同時增加子粒重量及體積（volume）。若針對高修飾型進行選拔，則可增加修飾子粒百分比、修飾指數、比重、蛋白質含量等，但減少子粒體積。Gama & Hallauer [5] 報告稱經選拔的自交系產生的雜交種，較未經選拔的自交系產生的雜交種，具有更高的子粒產量潛力，但此二種不同來源之雜交種，均具有顯著的雜交種×環境之交感作用而二羣什種對什種×環境之總變方貢獻亦同，故氏等建議在育種選拔時，除了對雜交種之產量表現進行篩選外，更要對此類高產雜交種相對穩定性在不同環境下作嚴格的試驗。

材料與方法

一、試驗材料：

本試驗所使用的材料計有二類如下：

1.雙交種普通玉米臺南11號（TN11）：〔(2027−3−5×Ly22−4)(Ph9DMR×Ame Ⅲ)〕

2.雙交種暗玉米 5 種：

NO. 2：〔(6×4) (2×1)〕

NO. 10：〔(2×1)(6×14)〕

NO. 82：〔(2×6)(11×4)〕

NO. 83：〔(2×6)(12×4)〕

NO. 105：〔(6×4)(2×14)〕

上列各自交系代號 1=Ph9o_2, 2=Ph9DMRo_2, 3=A117o_2, 4=TW79o_2, 5=Ph7o_2, 6=A206o_2, 7=EG203o_2, 8=EG200o_2, 9=PF141o_2, 10=PF139o_2, 11=2015−7o_2, 12=2027−3−5o_2, 13=2027−4−2o_2, 14=2039−2−2−7o_2, 15=Bap Lon 10−2o_2.

二、試驗方法：

本所育成雙交種暗玉米 5 種及對照雙交種普通玉米臺南11號，自民國67年秋作至70年春作，每年分春秋兩期作，分別在臺中、雲林、嘉義三個地區進行三年區域試驗。田間採用逢機完全區集設計，試區行長 9 m，三行區，行距 60 cm，株距 30 cm，重複 4 次、肥料用量與田間栽培管理同一般玉米栽培法。收穫前調查開花期、吐絲期、株高、穗位高。成熟收穫後計算果穗含水率及子粒產量。

試驗資料先經綜合變方分析再進行各性狀之穩定性測驗。本試驗綜合變方分析變值之數學模式爲

：

$y_{ijklm}=\mu+L_i+C_j+(LC)_{ij}+Y_k+(LY)_{ik}+(CY)_{jk}+(LCY)_{ijk}+B_l+V_m+(LV)_{im}+(CV)_{jm}+(LCV)_{ijm}+(YV)_{km}+(LYV)_{ikm}+(CYV)_{jkm}+(LCYV)_{ijkm}+e_{ijklm}$

y_{ijklm} 表示品種 m 在第 i 地區第 j 期作第 k 年度第 l 區集之表現；μ 表示全試驗變值族羣的眞平均值；L_i 表示第 i 地區之效應，i=1, 2, 3；C_j 表示第 j 期作之效應，j=1, 2；$(LC)_{ij}$ 表示第 i 地區與 j 期作所發生之交感效應；Y_k 表示第 k 年度之效應，k=1, 2, 3；$(LY)_{ik}$ 表示第 i 地區與 k 年度所發生之交感效應；$(LCY)_{ijk}$ 表示 i 地區與第 j 期作與第 k 年度所發生之交感效應；B_l 爲試驗中第 l 區集所產生之區集效應，其包括 $B_l+(LB)_{il}+(CB)_{jl}+(LCB)_{ijl}+(YB)_{kl}+(LYB)_{ikl}+(CYB)_{jkl}+(LCYB)_{ijkl}$ 等 8 個成分，l=1, 2, 3, 4；V_m 表示品種 m 之因子型效應，m=1, 2, 3, 4, 5, 6；$(LV)_{im}$ 表示品種 m 與地區 發生之交感效應；$(CV)_{jm}$ 表示品種 m 與期作 j 發生之交感效應；$(LCV)_{ijm}$ 表示品種 m 與地區 i 期作 j 所發生之交感效應；$(YV)_{km}$ 表示品種 m 與年度 k 發生之交感效應；$(LYV)_{ikm}$ 表示品種 m 與地區 i 年度 k 發生之交感效應；$(LYV)_{ikm}$ 表示品種 m 與地區 i 年度 k 發生之交感效應；$(LCYV)_{ijkm}$ 爲品種 m 與地區 i 期作 j 年度 k 所發生之交感效應；e_{ijklm} 表示試驗機差。

穩定性的測驗，係依照 Eberhart & Russell(1966) [4] 方法進行。其假設的直線迴歸數學模式爲：

$Y_{ij}=\mu_i+\beta_i I_j+\delta_{ij}$

Y_{ij} 是第 i 品種在第 j 環境下之品種平均值 (i=1, 2, …, v；j=1, 2, …, n)；μ_i 是第 i 品種在所有環境下之平均；β_i 是第 i 品種對變動環境反應所得之迴歸係數；δ_{ij}是第 i 品種在第 j 環境所得之剩餘機差；I_j 爲環境指數 (environment index), $I_j=(\sum_i Y_{ij}/V)-(\sum_i\sum_j/vn)$，$\sum I_j=0$

$\hat{Y}_{ij}=\bar{X}_i+b_iI_j$。第一個穩定性介量爲迴歸係數 b_i, $b_i=\sum_j Y_{ij}I_j/\sum_j I^2_j$，另一個穩定性介量爲離迴歸變方估值 S^2_{di}, $S^2_{di}=[\sum_j\delta^2_{ij}/(n-2)]-S_e^2/r$，其中 $\hat{\delta}_{ij}=(Y_{ij}-\hat{Y}_{ij})$，$S_e^2$ 爲試驗機差均方，r 爲區集數。S^2_{di} 之顯著性測驗係以 $F\approx(\sum_j\hat{\delta}^2_{ij}/n-2)/\text{Pooled error}$ 爲之。本試驗即利用 b_i 及 S^2_{di} 同時作爲穩定性之判定標準。

結 果

本試驗所獲資料經綜合變方分析，結果列如表 1。子粒產量、株高、穗高、開花期、吐絲期及果穗含水率六個性狀之地區、期作、地區×期作、年度、地區×年度、期作×年度、地區×期作×年度、品種、地區×品種、期作×品種、地區×期作×品種，年度×品種、地區×年度×品種、期作×年度×品種、地區×期作×年度×品種等各種效應均顯著或極顯著。表示此六性狀在不同環境下有不同的表現。

六個品種各性狀三地三年六期之平均值列於表 2。子粒公頃產量之總平均爲 5,375.7 kg, L. S. D=276.2 其中以臺南 11 號 5,695.9 kg 居首，其次在平均值以上的有 No. 105, No. 2 兩個，分別爲 5,514.5 kg 及 5,406.7 kg, No. 10、No. 83 及 No. 82 則分別爲 5,338.5 kg, 5,305.0 kg 及 4,993.6 kg。株高的總平均爲 213.4 cm, L. S. D=3.1, No. 2 株高 217.6 cm 爲最高，其次No. 10 爲 216.9 cm；No. 105, No. 82, TN 11 及 No. 83 甚爲接近，分別爲 213.4 cm, 211.6 cm, 210.8 cm 及 210.1 cm。穗位高總平均值爲 100.5 cm, L. S. D=2.6 其中 No. 105, No. 10 及 No. 2 非常接近，分別爲 103.5 cm, 103.4 cm 及 103.0 cm；TN 11, No. 82 爲 99.0 cm 及 98.9 cm；No. 83 穗位較低爲 95.1 cm。雄穗開花期平均 53.9 日，L. S. D=0.7，其中開花最早的 No. 83 爲 53.0 日；其次 No. 82, TN11, No. 2, No. 105, No. 10 分別爲 57.1 日，57.13 日，57.6 日，57.6 日及 57.5 日。果穗含水率平均 33.07%，L. S. D=1.04 含水率較高的爲 No. 2 及 No. 82 之 33.78% 及 33.74%；其次爲 No. 105 之 33.02%；No. 10, TN 11 及 No. 83

Table 1. Combined ANOVA for grain yield and agronomic characters of 6 double hybrids of o_2 maize at 3 locations in 1978—1981 (six crops)

Source of Variation	Degree of Freedom	Mean Square					
		Grain Yield	Plant Height	Ear Height	Days to Tasseling	Days to Silking	Moisture Content
Location	2	43735362.5317**	274.6609**	203.3284**	16.4307**	49.7657**	102.1730**
Crop	1	1445689.4112**	25045.1261**	4371.8646**	858.8028**	1155.3238**	68.3541**
Location×Crop	2	2541808.9021**	8311.8031**	1045.1782**	67.7870**	72.3359**	232.2597**
Year	2	11424548.9145**	19769.2961**	9348.5431**	335.4671**	543.7471**	10.8385**
Location×Year	4	5523893.8205**	3018.9253**	1389.6392**	11.3019**	34.6453**	32.4363**
Crop×Year	2	10122282.6123**	16903.3245**	15079.9808**	251.3372*	138.4007**	2377.2893**
Location×Crop×Year	4	25116171.7415**	1446.9964**	587.1346**	51.6591**	79.0884**	191.8982**
Block	54	248247.9099	10.9176	8.6862	0.4952	0.5134	1.6438
Variety	5	3961900.0777**	731.7712**	835.6866**	16.8336**	17.2243**	22.8583**
Location×Variety	10	497912.2395**	40.8894**	12.9105**	1.7252**	1.2063**	3.2684**
Crop×Variety	5	782560.6353**	51.8019**	47.2710**	2.2852**	0.8143**	18.4079**
Location×Crop×Variety	10	187390.0741**	25.4545**	26.7529**	0.9860**	1.2457**	2.3241**
Year×Variety	10	284176.1391**	85.9954**	95.4349**	1.6037**	1.8246**	12.7547**
Location×Year×Variety	20	316550.9694**	42.3602**	48.9120**	0.9554**	0.8031**	3.7531**
Crop×Year×Variety	10	380559.3667**	155.1219**	97.4588**	1.1327**	1.2653**	4.4021**
Location×Crop×Year×Variety	20	437447.5382**	47.3405**	28.0296**	0.6111**	1.1112**	3.7311**
Error	270	58983.1597	7.3353	5.3922	0.4054	0.3697	0.8349
Total	431						

*Significant at the 5% level. **Significant at the 1% level.

則分別爲 32.77%，32.67% 及 32.46%。

Table 2. Mean yield performance and agronomic characters of double hybrids of o_2 maize at 3 locations in 1978—1981 (six crops)

Variety	Grain Yield (kg/ha.)	Plant Height (cm)	Ear Height (cm)	Days to Tasseling	Days to Silking	Moisture Content At Harvest (%)
No. 2	5406.74	217.57	103.01	54.23	57.60	33.78
No. 10	5338.49	216.91	103.43	54.31	57.51	32.77
No. 82	4993.60	211.57	98.91	53.70	57.09	33.74
No. 83	5305.01	210.08	95.11	53.02	56.33	32.46
No. 105	5514.50	213.41	103.53	54.17	57.60	33.02
Average	5311.67	213.91	100.80	53.89	57.23	33.15
TN 11 (Check)	5695.89	210.81	98.97	53.81	57.13	32.67
L. S. D. (0.05)	276.23	3.08	2.64	0.72	0.69	1.04

六個品種六個性狀的穩定性介量 b 及 S_d^2 值如表 3。子粒產量之 b 值變域爲0.81—1.17，其中 No. 105 之 S_d^2 顯著。株高之 b 值變域爲 0.95—1.05，其中 No. 10 及 TN 11 之 S_d^2 顯著。穗位高之 b 值變域爲 0.92—1.10， S_d^2 差異顯著的有 No. 2, No. 10 及 TN 11 三個品種。雄穗開花期及雌穗吐絲期之 b 值變域分別爲 0.95—1.06 及 0.96—1.03，S_d^2均不顯著。果穗含水率之 b值變域爲 0.91—1.08，其中 No. 2 之 S_d^2 達顯著水準。

以 b 值作爲縱座標，各性狀的平均表現值作爲橫座標，標定六個品種於座標中的落點，再將 b 及平均表現值分別加減其$S_{\bar{x}}$，劃出六個性狀不同之穩定區域如圖 1 所示。參考表 2，表 3 及圖 1，可得到六個品種各性狀之穩定性如下：

Table 3. Stability parameters for 6 double hybrids of o_2 maize tested in 1978—1981

Variety	Grain Yield		Plant Height		Ear Height		Days to Tasseling		Days to Silking		Moisture Content	
	b	S^2_d	b	S^2_d	b	S^2_d	b	S^2_d	b	S^2_d	b	S^2_d
No. 2	1.00	9552.81	1.02	6.00	1.05	11.14**	0.97	0.05	1.03	0.15	1.02	1.25*
No. 10	0.81	81674.27	1.04	13.78*	1.00	10.46**	1.01	0.04	1.01	0.04	0.91	0.62
No. 82	1.03	67012.32	0.95	2.04	0.92	1.66	0.99	0.31	0.99	0.19	1.01	0.52
No. 83	1.04	24064.03	0.97	10.29	0.94	5.81	1.06	0.11	1.01	0.08	1.08	0.94
No. 105	0.85	111494.51*	1.05	6.27	1.10	7.02	1.01	0.06	1.01	0.14	1.01	0.89
TN 11	1.17	51232.64	0.97	27.42**	0.98	16.09**	0.95	0.32	0.96	0.06	0.19	1.11
Average	1.00	57505.10	1.00	10.97	1.00	8.69	1.00	0.15	1.00	0.11	1.00	0.89
L. S.D.	0.17		0.05		0.08		0.04		0.03		0.06	

*Significant an 5% level. **Significant at 1% level.

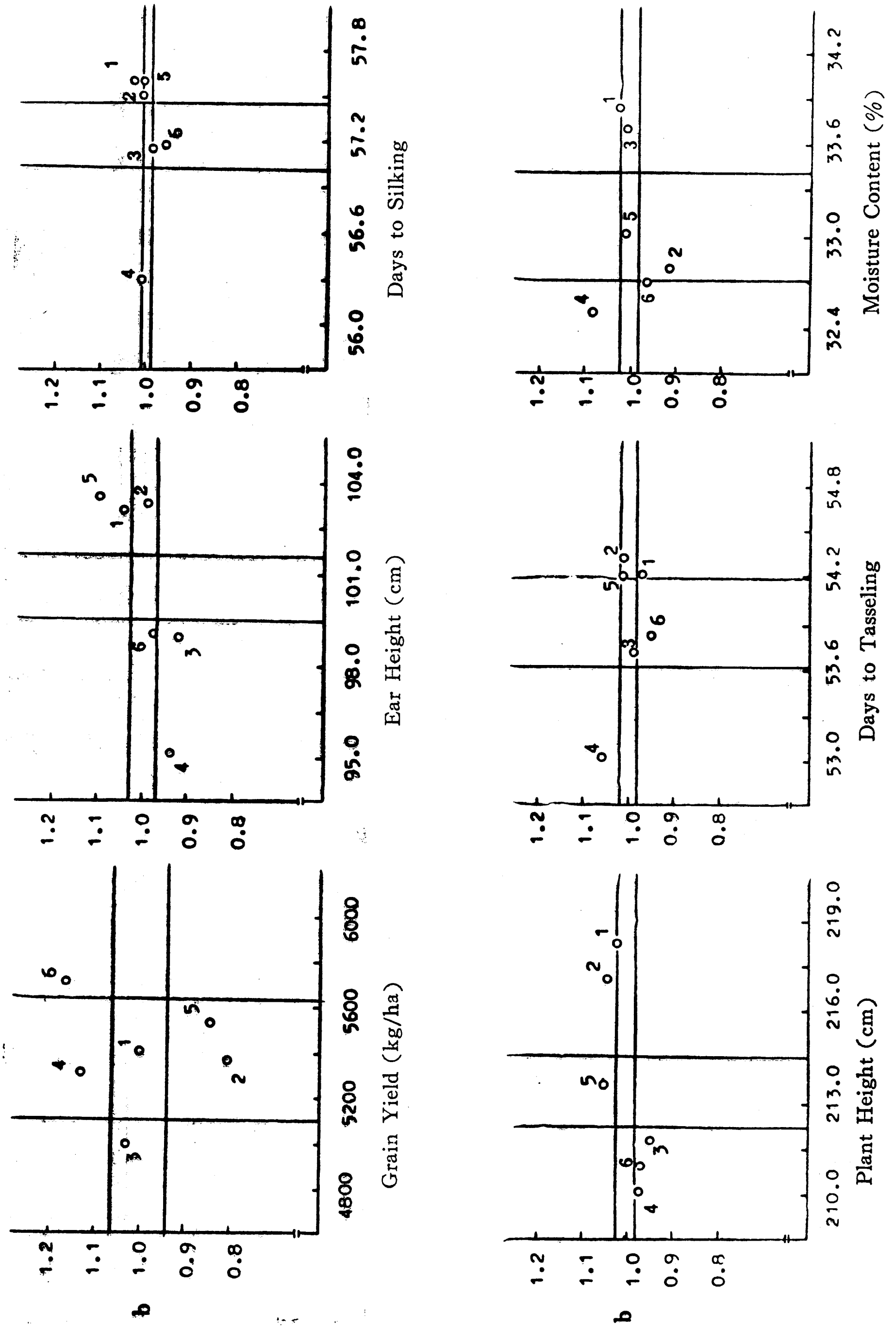

Figure 1. The relation of yield performance & stability of 6 double hybrids of o_2 maize grown at 3 locations in 1978—1981 (six crops).

1 : No. 2, 2 : No. 10, 3 : No. 82, 4 : No. 83, 5 : No. 105, 6 : TN11 (CK)

(一) 子粒產量：根據圖示，子粒產量較穩定的品種爲 No. 2 (b=1.0, $S^2{}_d$=9,552.81) 及 No. 82 (b=1.03, $S^2{}_d$=67,012.32) ，惟 No. 82 之產量偏低。No. 10 及 No. 105 在不利環境下仍有平均值範圍之產量，但根據 No. 105 之 b=0.85 及 $S^2{}_d$=111,494.51 可以判斷爲非常不穩定的品種，且安定性頗易變動。No. 83 (b=1.14 $S^2{}_d$=24,064.04) 在較好的環境下，將有較佳表現。TN 11 在六個參試品種當中，最爲高產，在優良環境下有較好的表現，惟其穩定性並不甚佳 (b=1.17, $S^2{}_d$=51,232.64) 。

(二) 株高：六個品種中，以 No. 2 的株高最高也最穩定 (b= 1.02, $S^2{}_d$=6.00), No. 105 (b=1.05, $S^2{}_d$=6.27) ，在有利環境中，可有較優表現。No. 10 (b=1.04, $S^2{}_d$=13.78) 及TN11 (b=0.97, $S_d{}^2$=27.42) 均爲甚不穩定的品種。No. 82 (b=0.95, $S_d{}^2$=2.04) 及 No. 83 (b=0.97, $S^2{}_d$=10.29) b 值均接近 1 ，且 $S^2{}_d$ 均未達顯著水準，尚稱穩定。

(三) 穗位高：六個品種之穗位高均不甚穩定，就 b 值而言，TN11 (b=0.98) 及 No. 10 (b=1.00) 均落在穩定範圍內，惟觀其 $S^2{}_d$ 值 (TN11=16.09, No. 10=10.46) ，則可以判斷因 b 值變動頗大，其穩定性不可靠。另外；No. 2 也是最不穩定的 (b=1.05, $S^2{}_d$=11.14) No. 82 (b=0.92, $S^2{}_d$=1.66) 及 No. 83 (b=0.94, $S^2{}_d$=5.81) 之穗位均較低，雖在不利環境下亦無明顯之變化。No. 105 (b=1.10, $S^2{}_d$=7.02) 在較佳環境下，穗位較高。

(四) 雄穗開花期：此性狀最爲穩定的品種有三，即 No. 10 (b=1.01, $S^2{}_d$= 0.04), TN 11 (b=0.95, $S^2{}_d$=0.32) 及 No. 82 (b=0.99, $S^2{}_d$=0.31). No. 83 (b=1.06, $S^2{}_d$=0.11) 最爲早熟，環境優良則可促使其延遲開花。No. 2 (b=0.97, $S^2{}_d$=0.05) 及 No. 105 (b=1.01, $S^2{}_d$=0.06) 雖在不利環境下，亦無明顯之變化。

(五) 雌穗吐絲期：除 No. 2 及 No. 105 外，其餘四個品種之雌穗吐絲期均甚穩定。No. 83 (b=1.01, $S^2{}_d$=0.08) 吐絲早，其次爲 No. 82 (b=0.99, $S^2{}_d$=0.19). No. 10 (b=1.01, $S^2{}_d$=0.04) 及 No. 105 (b=1.01, $S^2{}_d$=0.08) 相當接近。No. 2 (b=1.03, $S^2{}_d$=0.15) 在較有利環境下，尚可延遲吐絲日期，TN 11 (b=0.96, $S^2{}_d$=0.06) 則在不利環境下，亦無明顯之變化。

(六) 果穗含水率：No. 82 (b=1.01, $S^2{}_d$=0.52) 及No. 105 (b=1.01, $S^2{}_d$=0.89) 爲較穩定的兩個品種。就 b值而言，No. 2 (b=1.02) 雖落在穩定範圍內，但其 $S^2{}_d$=1.25 顯示 b 值容易變動，應視爲不穩定。No. 83 (b=1.08, $S^2{}_d$=0.94) 之含水率最低，有利環境下，將促其果穗含水率提高，即成熟期延遲。TN 11 (b=0.91, $S^2{}_d$=1.11) 恰與 No. 83 相反，在不利環境下，其果穗含水率則提高。

討　　論

綜合以上試驗結果顯示，參試六個品種中，暗玉米 No. 82 在子粒產量、開花期、吐絲期及果穗含水率等四個性狀均甚穩定。六個性狀穩定性均不佳的爲 No. 83, No. 105 及普通玉米臺南 11 號。No. 2 之子實產量、株高、吐絲期穩定性尚佳，穗高、開花期、果穗含水率則表現不穩定。No. 10 僅開花期、吐絲期較爲穩定。

單就子實產量一項來看，No. 2, No. 82 均爲穩定，而 TN 11 產量最高，若同時考慮高產與穩定性，則 No. 2 是比較理想的品種。No. 82 雖然穩定，可惜產量偏低，約比 TN 11 減少14.06%。TN 11 產量雖好，但穩定性則差。所以穩定性的大小與生產力的高低並無直接關聯[2]，有高產力的品種不一定具備高度穩定性，低生產力的品種亦然。

一般相信，同背景系 (isogenic line) 暗玉米由於早期 Zein 之合成受抑制，子實產量約比普通玉米減少 15~20%左右[11]。今 TN 11 比 No. 2 僅增產 5.34%，若將 No. 2，恢復成同背景系之普通玉米，相信產量很容易即可超越 TN 11。就此而言，本省普通玉米產量仍大有改進餘地。至於暗

玉米品種，本所於育種初期，自美國伊利諾大學引進 opaque-2 原種，將之分別回交至 Ph 9 等 15 個抗露菌病普通玉米自交系，而育成的暗玉米自交系。選拔過程中，一方面利用化學儀器分析，以篩選蛋白質及離胺酸含量高之系統，一方面亦以半透明毛玻璃進行肉眼檢視種子工作，選拔暗玉米子粒特具之不透光性狀。化學分析結果發現，由同一輪迴親所選之暗玉米自交系，離胺酸含量差異仍大，最低者與普通玉米之含量無異，此一現象可能係由於 o_2 基因受修飾基因影響的緣故。另一方面毛玻璃檢視結果亦發現各系統中出現修飾型子粒，由於當初引進之 opaque-2 原種爲一全暗型暗玉米，因此推測上述15種普通玉米自交系當中，已具有某些修飾基因。修飾基因可影響玉米子粒性狀的表現程度[6] 尤其對蛋白質、離胺酸含量及子粒重量等穩定性的影響更鉅。比較參試六個品系，其間至少有 1～3 個自交系（TA-2, TA-6 及 TA-4 等）爲共同親本。或許某些自交系帶有修飾基因，某些則無，經由修飾基因間之相互作用（interaction），遂產生某些雙交種穩定，某些雙交種不穩定，也未可知，因此修飾基因影響蛋白質、離胺酸含量及子粒重量等相互間的關係，有待進一步加以試驗證實！

本試驗使用的材料均爲雙交種玉米，一般而言，雙交種屬於雜駁集團，受環境影響較小，對穩定性的維持較爲有利[3,7,9,10]，不過就 TN 11, No. 2 比較，No. 2 穩定而較低產，TN 11 高產但不穩定，在管理較粗放等不利環境下，No. 2 表現其穩定性，或優於 TN 11；但在有利環境下，對於環境較鈍感的 No. 2 就可能不及 TN 11 表現的傑出。例如 TN 11 受環境影響大，利用肥培方法促其增產，效果當可大於 No. 2，加以暗玉米對氮素貯積（sink）的限制，肥培增產效果當較有限[11]，因此利用密植方法，提高單位面積栽培株數，以促使暗玉米增產，當更爲有效。（關於此點，本所已另有研究證實）。

關於穩定性方面，Scott[8] 曾强調玉米產量穩定性屬於遺傳控制，經由選拔方法可以獲得改進。Gama & Hallauer[5] 亦建議在育種選拔過程中，除了對產量表現進行篩選外，對高產雜交種間相對穩定性的比較，也要配合嚴格執行。今後本省玉米育種工作，除了應廣泛收集玉米種源，如 Wellhausen[12,13] 所提熱帶及亞熱帶地區優異小種複合羣（elite racial complexes），參照馬齒種及硬粒種間特有雜種優勢模式進行利用外，亦應重視穩定性的選拔，依照不同育種目標，當可迅速育成高產穩定品種。

參 考 文 獻

1. 萬雄、呂宗佳、盧煌勝、鄭心嫻· 1981· 花粉來源與雜交組合對暗玉米蛋白質、離胺酸及油分含量的影響。中華農業研究 30：341—349。
2. 鄔宏潘·1972·植物的適應性及其評價方法。科學農業20：108—136。
3. Eberhart, S. A., W. A. Russell and L. H. Penny. 1964. Double cross hybrid prediction in maize when epistasis is present. Crop Sci. 4 : 363-366.
4. Eberhart, S. A. and W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6 : 36-40.
5. Gama, Elto E. G. e and A. R. Hallaver. 1980. Stability of hybrids produced from selected and unselected lines of maize. Crop Sci. 20 : 623-626.
6. Navarro Ruiz De Las Cuevas, A. A. D. 1977. Genetic and environmental stability of modified opaque-2 populations. (Abstract). Dissertation Abstracts International, B (1977) 37 (8) 3707B (En, Order No. 77—1750) Purdue Univ., West Lafayette, U. S. A. (Maize Quality Protein Abstracts 6 : 3, 1980).
7. Rowe, P. R. and R. H. Andrew. 1964. Phenotypic stability for a systematic series of corn genotypes. Crop Sci. 4 : 563-567.
8. Scott, G. E. 1967. Selecting for stability of yield in maize. Crop Sci. 7 : 549-551.
9. Shank, D. B. and M. W. Adams. 1960. Environmental variability within inbred lines and single crosses of maize. J. Gen. 57 : 119-126.

10. Sprague, G. F. and W. T. Federer. 1951. A comparison of variance components in corn yield trials II. Error, year×variety, location×variety, and variety components. Agron. J. 43 : 535-541.
11. Sreeramulu, C. and L. F. Bauman. 1970. Yield components and protein quality of o_2 and normal diallels of maize. Crop Sci. 10 : 262-265.
12. Wellhausen, E. J. 1965. Exotic germ plasm for improvement of corn belt maize. Proc. Annu. Hybrid Corn Ind. Res. Conf. 20 : 31-50.
13. Wellhausen, E. J. 1978. Recent developments in maize breeding in the tropics. In Maize Genetics and Breeding, D. B. Walden (Ed.) John Wiley & Sons, pp. 59-84.

Studies on the Yield Stability of Double Hybrids of Opaque-2 Maize[1]

Tzong-chia Lee, Hung-shung Lu and Hsiung Wan[2]

Summary

Five newly developed opaque-2 double hybrid maize and the check variety Tainan No. 11 of normal maize were grown in replicated regional yield trials at three locations, with two crops per year for a period of 3 years. The stability grain yield and other agronomic characters were studied.

(1) The combined analysis of variance for grain yield, plant height, ear height, days to tasseling, days to silking, and ear moisture content at harvest indicated that the mean squares for entry (or variety), environment, and entry×environment interaction were all highly significant.

(2) There was no well-defined relationship between the average yield performances and the stability statistics of the 6 entries. The opaque-2 hybrids No. 2 and No. 82 had the best grain yield stability over all environments. However, No. 82's grain yield was much below average. The normal hybrid Tainan No. 11 although had the highest grain yield but was lower in stability. Therefore, No. 2 would be the most acceptable variety, if both grain yield and yield stability were considered.

(3) The opaque-2 hybrids No. 82 & No. 10 had high average stability in days to tasseling and days to silking. However, No. 2 and No. 82 were high in plant height and ear moisture content, respectively. No. 83, No. 105 & Tainan No. 11 were lower in average stability over all 6 characters.

---

1. Contribution No. 1103 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Agronomist, Assistant Agronomist, and Director, respectively, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan, 431, ROC.